

(10) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKEANAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 198 50 059 A 1

(5) Int. Cl.<sup>7</sup>:

F 16 H 1/46

F 16 H 3/48

- (21) Aktenzeichen: 198 50 059.9  
(22) Anmeldetag: 30. 10. 1998  
(23) Offenlegungstag: 11. 5. 2000

(71) Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:  
Schulz, Horst, 88045 Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

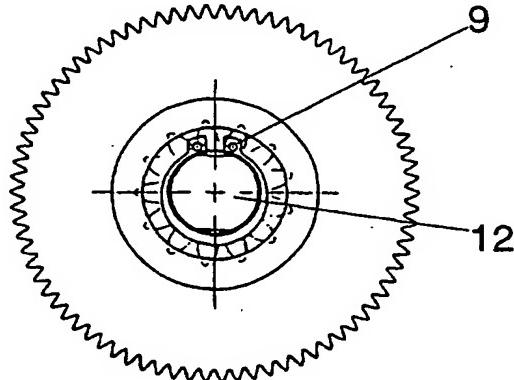
DE 197 20 255 A1  
DE 19 37 551 U1  
DE-GM 16 80 945  
US 53 56 352

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Planetengetriebe

(57) Das Planetenradgetriebe, insbesondere für die Handhabungstechnik, weist ein von einer Welle angetriebenes Sonnenrad, ein Hohlrad, eine Gruppe von ersten Stufenplaneten und eine Gruppe von zweiten Stufenplaneten auf, wobei alle Stufenplaneten in einem gemeinsamen Planetenträger gelagert sind und die großen Stufenräder der zweiten Stufenplaneten in ständigem Zahneingriff mit dem Sonnenrad stehen und die kleinen Stufenräder der ersten Stufenplaneten mit dem Hohlrad in Eingriff stehen; die Formschluß-Mitnahmeflächen am Ende der Drehwelle (12) des großen Stufenrades des ersten Stufenplaneten sind axial außerhalb der Laufbahn des Wälzlagers (6) vorgesehen, wobei ihnen eine Einstellscheibe (11) mit einer Profilbohrung (13) zugeordnet ist sowie ein die Einstellscheibe (11) axial feststellender Sicherungsring (9).



DE 198 50 059 A 1

DE 198 50 059 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Planetenradgetriebe, insbesondere für die Handhabungstechnik, mit einem von einer Zentralwelle angetriebenen Sonnenrad, einem Hohlrad, einer Gruppe von ersten Stufenplaneten und einer Gruppe von zweiten Stufenplaneten, wobei alle Stufenplaneten in einem gemeinsamen Planetenträger gelagert sind und die großen Stufenräder des zweiten Stufenplaneten in ständigem Zahneingriff mit dem Sonnenrad stehen und die kleinen Stufenräder des ersten Stufenplaneten mit dem Hohlrad in Zahneingriff stehen.

Ein derartiges Planetenradgetriebe ist in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 197 20 255.1 (Akte 7076 E) der Anmelderin beschrieben. Dieses Planetenradgetriebe weist hohe Übersetzungen bei einer hohen Bauraum- und Momentendichte auf, wobei die Übertragungsqualität und der Wirkungsgrad gegenüber herkömmlichen Wolfröm-Getrieben erheblich verbessert sind und die Massenträgheit und die Neigung zu Vibratoren erheblich verringert sind. Das Getriebe ist ferner günstig in der Herstellung und erfordert keinen hohen Montageaufwand.

Zu diesem Zweck wird das Antriebsmoment vom Sonnenrad zunächst auf mehrere große Stufenräder der zweiten Stufenplaneten verteilt. Nach der Übersetzung durch die zweiten Stufenplaneten wird das Moment von den kleinen Stufenräder der zweiten Stufenplaneten nochmals auf die doppelte Anzahl von Zahneingriffen mit dem ersten Stufenplanetenverteilt. Mit steigendem Moment steigt die Anzahl von Zahneingriffen, auf die dieses Moment verteilt wird, so dass eine sehr gleichmäßige Belastungsverteilung erzielt wird.

Die mit hohen Momenten belasteten Getriebeteile, welche aufgrund ihrer notwendigen Dimension einen hohen Anteil an der Gesamtgetriebemasse haben, laufen langsam um; alle schnell laufenden Getriebeteile sind keiner hohen Momentenbelastung ausgesetzt und sind daher entsprechend leicht gestaltet. Für das Getriebe ergibt sich daraus insgesamt ein sehr geringes Massenträgheitsmoment.

Die Übertragungstreue eines Planetenradgetriebes ist umso besser je kleiner sein Verzahnungsspiel eingestellt ist, wobei jedoch noch die Gefahr des Verklemmens besteht. Auch aufgrund von thermischen Verformungen und Verschleiß ist das Verzahnungsspiel nicht beliebig klein einstellbar. Um ein Verklemmen zu verhindern aufgrund hoher Verzahnungskräfte, die beispielsweise durch einen Teilungsfehler in der Verzahnung des Hohlrads hervorgerufen werden können, ist bei einem Ausführungsbeispiel dieses in der obigen Patentanmeldung beschriebenen Planetenradgetriebes vorgesehen, daß die Drehachsen der ersten Stufenplaneten entlang ihrer Planetenachse axial verschieblich im Planetenträger gelagert sind und daß ihnen jeweils ein Federelement zur Übertragung einer das Verzahnungsspiel ausgleichenden Axialkraft zwischen dem ersten Stufenplanet und dem Planetenträger zugeordnet ist. Das Federelement kann dabei eine vorspannbare Schraubenfeder sein, welche in einer Bohrung im Stufenplaneten zwischen einem im Stufenplaneten befestigtem Stützelement und einem axial an dem Planetenträger gekoppelten weiteren Stützelement angeordnet ist, wobei noch zusätzlich eine Verstelleinrichtung zur Einstellung eines maximalen Federwegs vorgesehen ist. Die Schraubenfeder ist dabei zwischen einer mittels eines Sprengringes im Stufenplaneten gesicherten Scheibe und einem Bund am Ende der Hülse in einer Bohrung im zweiten Stufenplaneten angeordnet, wobei die Hülse die Federkraft auf einen fest mit der Hülse verbundenen Gewindestift überträgt. Die Federanordnung überträgt eine definierte Vorspannkraft zwischen Stufenplanet und

Planetenträger, die den Stufenplaneten spielfrei im Konus des Hohlrades hält. Die effektive axiale Stellung der Stufenplaneten ist im Betrieb einer gewissen geringfügigen Schwankungsbreite unterworfen, die sich aus geringfügigen 5 Teilungsfehlern ergibt. Die Kraft der eingebauten Feder ist derart abgestimmt, daß die Axialkräfte der Verzahnung nur in einem Teillastbereich abgedeckt sind, während bei höherer Last das Stufenrad axial bis zum Anschlag auswandert, der durch die Scheibe und die Buchse gebildet wird. Damit 10 ist das Verzahnungsspiel zwischen Stufenplaneten und Hohlrad eliminiert. Einflüsse durch Temperaturdehnungen und Verschleiß werden durch die Federanordnung kompensiert.

Das DE U 94 05 495 beschreibt ein spielfreies Stirnradgetriebe mit in zumindest einer Stufe konisch ausgebildeten Stirnrädern und einer axial verstellbaren Zwischenwelle. Hierin wird also eine axiale Abstützung einer Getriebewelle in einem spielarmen Robotergebie mit einem konisch ausgebildeten Abtriebszahnrad, beispielsweise dem Hohlrad, beschrieben, wobei in letzteres ein oder mehrere ebenfalls konische Zahnräder eingreifen. Jedes dieser Zahnräder ist dabei in Wälzlagern radial geführt, die dem jeweiligen Zahnräder zwecks axialer Zustellung zumindest noch bis zum Montagezeitpunkt axiale Verschiebewege erlauben. Durch geeignete axiale Zustell-/Einstellmittel, wie Einstell- und Führungsscheiben geeigneter abgestufter Dicke wird bei spielarmen Getrieben dieser Art eine axiale Zustellung der konischen Verzahnungspartner auf minimales Verzahnungsspiel gewährleistet. Bei entsprechend niedrigen Gleitgeschwindigkeiten mit nicht zu hohen Axialkräften kann ein axialer Anlauf von solcher Führungsscheiben an Planetenträgern oder Gehäuseteilen erfolgen.

Die Relativdrehung der unter Reibeinfluß stehenden Einstell- bzw. Führungsscheiben macht die Auswahl geeigneter Befestigungsmittel schwierig. So könnten sich Schrauben als Befestigungsmittel trotz Anwendung von Klebesicherungen losdrehen oder in Nuten sitzende federnde Ringe, wie Sprengringe oder Sicherungsringe, in Folge Relativdrehung aus ihrem Montagesitz herauslösen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Planetenradgetriebe zu schaffen mit einer axialen Abstützung von Drehwellen, die auch unter Einfluß von Axialbelastung und Reibmomenten sicher funktioniert und dabei kostengünstig herstellbar ist sowie nur geringen Bauraum beansprucht; ein weiteres Ziel 40 der Erfindung besteht darin, die Abstützung derart auszustalten, daß die Stufensprünge der Dicken der vorrätig zu haltenden Einstellscheiben erweitert wird um die Lagerhaltung dieser Teile kostengünstiger zu gestalten sowie das effektive Zahnspiel zu vermindern.

Ausgehend von einem Planetenradgetriebe der eingangs näher genannten Art erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen; vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Erfundungsgemäß erfolgt also die axiale Abstützung von mit konischen Verzahnungen versehenen Drehwellen in Planetenradgetrieben dadurch, daß axial außerhalb der Wälzkörperlaufbahnen Formschluß-Mitnahmeflächen an den Wellenenden vorgesehen sind, denen mindestens eine Einstellscheibe mit einer angepassten Profilbohrung zugeordnet ist, deren Axialfixierung über einen Sicherungsring erfolgt.

Die Einstellscheibe für die Formschluß-Mitnahmefläche am Wellenende kann als Anlaufscheibe ausgestaltet sein, die mit einer angepassten Profilbohrung versehen ist oder aber als loser Bordring, der für den Anlauf an den Stirnseiten der Wälzkörper, z. B. eines Zylinderrollenlagers vorgesehen ist.

Der Sicherungsring kann insbesondere ein Sprengring sein und zwischen Sicherungsring und Einstellscheibe kann

bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine axial federnde Scheibe mit Profilbohrung eingesetzt sein, die eine gewölbte oder gewellte Formgebung aufweisen kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in der ein vorstehendes Ausführungsbeispiel dargestellt ist.

Es zeigen:

**Fig. 1** eine Schnittdarstellung durch einen Teil eines erfundsgemäßen Planetenradgetriebes mit parallelen Stufenplanetenwellen,

**Fig. 2a und 2b** und **2c** Stirnansichten auf die Drehwelle eines großen Stufenrades des ersten Stufenplaneten,

**Fig. 3a und 3c** Stirnansichten einer Anlaufscheibe,

**Fig. 3b** eine Schnittansicht der in **Fig. 3a** gezeigten Anlaufscheibe,

**Fig. 4a** eine Stirnansicht einer Federscheibe,

**Fig. 4b** einen Schnitt durch diese Federscheibe im nicht eingebauten Zustand und

**Fig. 4c** einen Schnitt durch diese Federscheibe im eingebauten Zustand.

Das der Erfindung zugrunde liegenden Planetenradgetriebe entspricht in seinem Aufbau weitgehend demjenigen wie es in der eingangs erwähnten deutschen Patenanmeldung P 197 20 255.1 (Akte 7076E) der Anmelderin beschrieben ist, so dass im folgenden nur die für das Verständnis der Erfindung notwendigen Bauteile mit Bezugssymbolen versehen sind und im einzelnen beschrieben werden.

Mit 1 ist hierbei die das Sonnenrad antreibende Zentralwelle bezeichnet, mit 2 das große Stufenrad des ersten Stufenplaneten, mit 3 der innenverzahnte Teil des Hohlrades, mit 4 das außenliegende Hohlradteil, mit 5 das Hauptlager, mit 6 ein Axiallager für die Drehwelle des großen Stufenrades des ersten Stufenplaneten, mit 7 ein Planetenträger, mit 8 das große Stufenrad des zweiten Stufenplaneten und mit 15 ein kleines Stufenrad.

Das Sonnenrad sowie die großen Stufenräder des zweiten Stufenplaneten sind zylindrisch ausgebildet, während die kleinen Stufenräder der zweiten Stufenplaneten sowie die Stufenräder der ersten Stufenplaneten ebenso wie das Hohlrad 3, 4 konisch ausgebildet sind.

Erfundsgemäß ist nun der Formschluß-Mitnahmefläche am Ende der Drehwelle 12 für das große Stufenrad des ersten Stufenplaneten 2 axial außerhalb der Laufbahn des Wälzlagers 6 eine Einstellscheibe 11 mit einer an die Form der Welle angepassten Profilbohrung zugeordnet, deren Axialfixierung über einen Sicherungsring 9 erfolgt. Die Einstellscheibe 11 kann dabei als Anlaufscheibe ausgestaltet sein oder aber als loser Bording für den Anlauf an den Stirnseiten der Wälzkörper eines Zylinderrollenlagers. Der Sicherungsring 9 kann als Sprengring ausgestaltet sein.

Zwischen dem Sicherungsring und der Einstellscheibe kann eine axial federnde Scheibe 10 mit entsprechender Profilbohrung vorgesehen sein, die eine gewölbte oder eine gewellte Formgebung aufweist.

**Fig. 2a, 2b** und **2c** zeigen Draufsichten auf das Ende der Drehwelle 12 mit der erfundsgemäßen axialen Abstützung. Mit 9 ist dabei in **Fig. 2a** wieder der Sicherungsring bezeichnet, der hier als Sprengring ausgebildet ist. Mit A ist in **Fig. 2b** eine Anflächung mit parallel zueinander verlaufenden Seiten bezeichnet, die in **Fig. 2c** gewölbt dargestellt ist. Das zugehörige Profil der Bohrung in dem Einstellscheiben 11 ist aus **Fig. 3a** und **3b** ersichtlich; **Fig. 3c** stellt einen Schnitt durch die in **Fig. 3a** dargestellte Einstellscheibe dar.

**Fig. 4a** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer federnden Scheibe 10 mit entsprechender Profilbohrung 14. In **Fig. 4b** ist diese federnde Scheibe im nicht eingebauten Zustand, d. h. gewölbt dargestellt; in **Fig. 4c** erkennt man einen Schnitt durch die federnde Scheibe 10 im eingebauten Zu-

stand, in dem sie also unter Vorspannung steht

#### Bezugssymbole

- 5 1 Drehwelle
- 2 großes Stufenrad
- 3 Hohlradteil
- 4 Hohlradteil
- 5 Hauptlager
- 10 6 Wälzlagern
- 7 Planetenträger
- 8 großes Stufenrad
- 9 Sicherungsring
- 10 federnde Scheibe
- 15 11 Einstellscheibe
- 12 Drehwelle
- 13 Profilbohrung
- 14 Profilbohrung
- 15 kleines Stufenrad

20

#### Patentansprüche

1. Planetenradgetriebe, insbesondere für die Handhabungstechnik, mit einem von einer Welle angetriebenen Sonnenrad, einem Hohlrad, einer Gruppe von ersten Stufenplaneten und einer Gruppe von zweiten Stufenplaneten, wobei alle Stufenplaneten in einem gemeinsamen Planetenträger gelagert sind und die großen Stufenräder der zweiten Stufenplaneten in ständigem Zahneingriff mit dem Sonnenrad stehen und die kleinen Stufenräder der ersten Stufenplaneten mit dem Hohlrad in Eingriff stehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Formschluß-Mitnahmeflächen am Ende der Drehwelle (12) des großen Stufenrades (2) des ersten Stufenplaneten axial außerhalb der Laufbahn des Wälzlagers (6) vorgesehen sind und daß diesen Formschluß-Mitnahmeflächen jeweils mindestens eine Einstellscheibe (11) zugeordnet ist sowie ein die Einstellscheibe (11) axial feststellender Sicherungsring (9)
2. Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sicherungsring (9) ein Sprengring ist.
3. Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellscheibe (11) eine Anlaufscheibe ist.
4. Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellscheibe (11) ein loser Bording ist, der mit den Stirnseiten der Wälzkörper eines Zylinderrollenlagers zusammenwirkt.
5. Planetenradgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Einstellscheibe (11) und Sicherungsring (9) eine axial federnde Scheibe (10) vorgesehen ist.
6. Planetenradgetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die axial federnde Scheibe (10) gewölbt ist.
7. Planetenradgetriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die axial federnde Scheibe (10) gewellt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

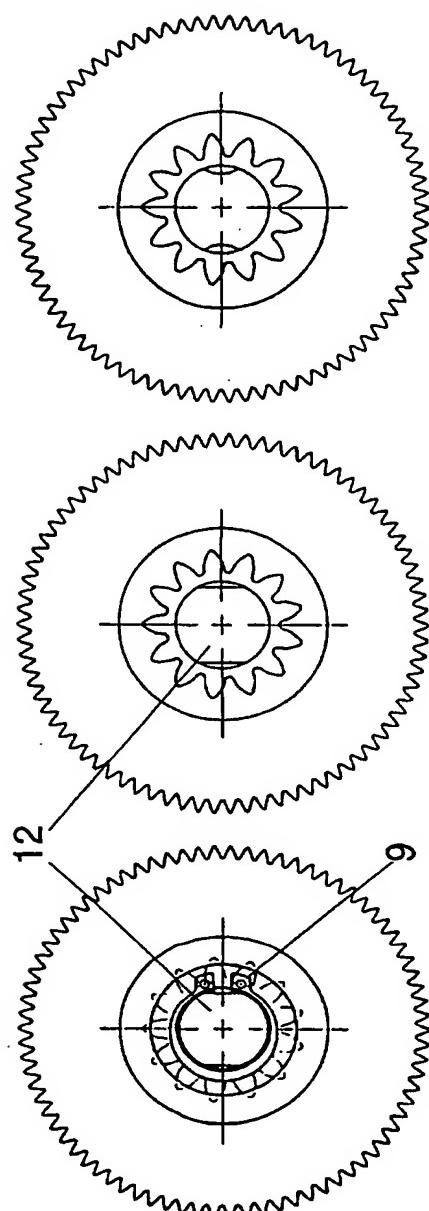


Fig. 2c

Fig. 2a

Fig. 2b



Fig. 3c

Fig. 3b

Fig. 3a

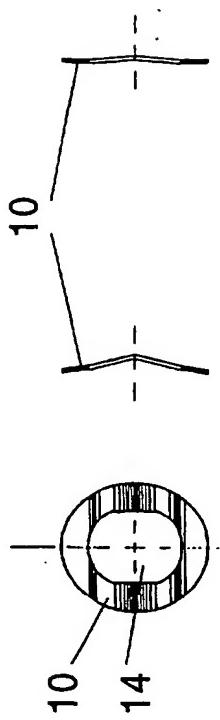


Fig. 4a

Fig. 4c

Fig. 4b

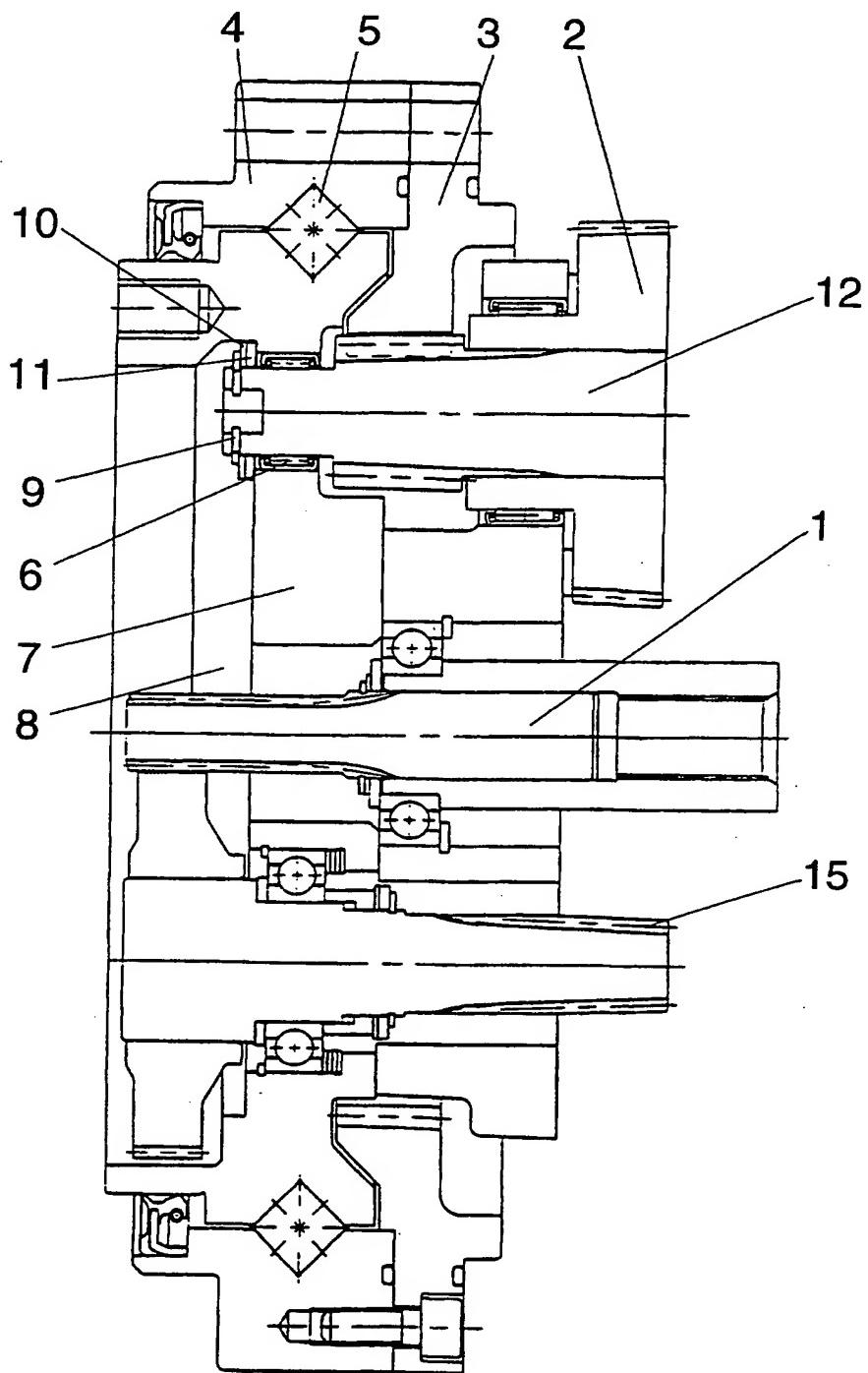


Fig. 1